

SYSTEM FOR CONTROLLING ACTIVE SUSPENSIONS OF A VEHICLE

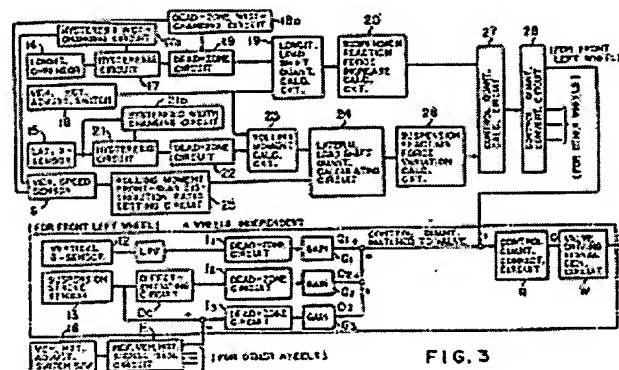
Patent number: DE4015320
Publication date: 1990-11-22
Inventor: KAMIMURA KATSUYOSHI (JP); MINE ATSUSHI (JP);
HIWATASHI YUTAKA (JP)
Applicant: FUJI HEAVY IND LTD (JP)
Classification:
- international: B60G17/015
- european: B60G17/015C
Application number: DE19904015320 19900512
Priority number(s): JP19890121278 19890515

Also published as:

US5103396 (A1)
JP2299918 (A)
GB2231848 (A)

Abstract not available for DE4015320
Abstract of correspondent: **US5103396**

In a system for controlling active suspensions of a motor vehicle, having fluid suspensions for the respective wheels, a longitudinal acceleration sensor, control valves for the respective suspensions, and a controller for adjusting the control valves to charge and discharge a fluid into and out of the fluid suspensions so as to control the vehicle attitude, a hysteresis circuit is provided to receive a longitudinal acceleration signal from the acceleration sensor, for hysteresis processing of the signal, whereby microvibration components included in the acceleration signal is removed. The width of hysteresis is increased as the vehicle speed increases because the amplitude of microvibration becomes larger as the vehicle speed increases. For more stable vehicle attitude control, a dead-zone circuit is provided to cut fluctuations of the hysteresis-processed signal within a specific width in the vicinity of zero.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 40 15 320 C 2

⑤1 Int. Cl.⁵:
B 60 G 21/10
B 60 G 17/015

②1 Aktenzeichen: P 40 15 320.7-21
②2 Anmeldetag: 12. 5. 90
④3 Offenlegungstag: 22. 11. 90
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 22. 7. 93

DE 40 15 320 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1

15.05.89 JP 121278/89

⑦3 Patentinhaber:

Fuji Jukogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:

Reichel, W., Dipl.-Ing.; Lippert, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 6000 Frankfurt

⑦2 Erfinder:

Hiwatashi, Yutaka; Mine, Atsushi, Gunma, JP;
Kamimura, Katsuyoshi, Sano, Tochigi, JP

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 38 30 168 A1
JP 62-1 39 709 A

⑤4 System zur Lagerregelung gegen Nick- und/oder Wankbewegungen eines Fahrzeugs

DE 40 15 320 C 2

Die Erfindung betrifft ein System zur Lageregelung gegen Nick- und/oder Wankbewegungen eines Fahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Ein derartiges System ist generell aus der DE 38 30 168 A1 bekannt.

Das aus der DE 38 30 168 A1 bekannte System zur Lageregelung eines Fahrzeugs enthält einen Wanksensor, der Trägheitskräfte des Fahrzeugs berücksichtigt und der einen Unempfindlichkeitsbereich hat. Der Unempfindlichkeitsbereich wird vergrößert, wenn eine Abtasteinrichtung feststellt, daß das Fahrzeug auf einer schlechten Straße fährt. Dadurch soll ein irrtümliches Ansprechen der Wanksteuerung vermindert werden.

Bei dem Unempfindlichkeitsbereich des Wankensors in dem bekannten System handelt es sich um einen auch als Totzone bezeichneten Bereich, der vorgesehen ist, um in dem Meßsignal Amplitudenschwankungen wegzuschneiden, die innerhalb einer bestimmten Breite in der Nachbarschaft von Null liegen. Der Aufbau eines Fahrzeugs ist jedoch ständig, selbst wenn das Fahrzeug auf einer ebenen Straßenoberfläche fährt, Vibrationsbewegungen ausgesetzt.

In einem System zur Lageregelung des Fahrzeugs aufgrund des erfaßten Wertes der Fahrzeuglongitudinalbeschleunigung (im folgenden der Einfachheit halber auch longitudinales G genannt) wird eine Longitudinalbeschleunigungskomponente, die auf diesen Vibrationsbewegungen des Fahrzeugs beruht, als Mikrovibration, d. h. als Rauschen, in dem Erfassungssignal des Longitudinalbeschleunigungssensors mit erfaßt. Diese Mikrovibration tritt nicht nur im Nullbereich, sondern im gesamten Meßbereich des Erfassungssignals des Beschleunigungssensors auf. Sie kann daher durch eine Totzoneneinrichtung des oben beschriebenen bekannten Systems nicht beseitigt werden.

Wenn daher die Fahrzeuglage auf der Grundlage des sich ergebenden Erfassungssignals gesteuert wird, kommt es zur Durchführung einer an sich nicht notwendigen Regelung der Fahrzeuglage, wodurch nicht nur Energie verschwendet wird, sondern auch die Gefahr besteht, daß das System zur Lageregelung des Fahrzeugs instabil wird.

Eine mögliche Lösung zum Eliminieren von Rauschen im Erfassungssignal besteht darin, ein Tiefpaßfilter zu verwenden. Bei der Verwendung eines Tiefpaßfilters wird jedoch bei einem plötzlichen Bremsvorgang der Anstieg des Signals des Longitudinalbeschleunigungssensors verzögert. Das ursprüngliche Ziel, die Fahrzeuglage genau und ohne Verzögerung auszuregulieren, ist daher unmöglich erreichbar.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein System zur Lageregelung gegen Nick- und/oder Wankbewegungen eines Fahrzeugs der gattungsgemäßen Art derart weiterzubilden, daß eine möglichst genaue, stabile und verzögerungsfreie Lageregelung des Fahrzeugs durchführbar ist.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Der im kennzeichnenden Teil dieses Patentanspruchs angegebene "Unempfindlichkeitsbereich" wird nachstehend auch "Hysterese" genannt. So wird von einer "Hysteresebreite", "Hysterese-schaltung" und "Hystereseverarbeitung" gesprochen.

Die Erfindung bietet den Vorteil, daß die Fahrzeuglage mit hoher Genauigkeit und gutem Ansprechverhalten gegen Nick- und/oder Wankbewegungen auch bei abrupter Beschleunigung oder Verzögerung geregelt

werden kann. Die Mikrovibrationskomponente oder Rauschkomponente, die im Erfassungssignal eines Beschleunigungssensors vorhanden ist, wird zwangsläufig eliminiert. Auf diese Weise werden überflüssige Regelungsvorgänge vermieden und eine Stabilisierung der Fahrzeuglage erreicht. Die Erfindung zeichnet sich daher durch einen außerordentlich hohen technisch-ökonomischen Gebrauchswert aus.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen umschrieben. Diese Weiterbildungen dienen zur Verbesserung der Stabilisierung der Fahrzeuglage bei unterschiedlichen Fahrbedingungen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden an Hand von Zeichnungen erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische perspektivische Ansicht eines Motorfahrzeugs zur Veranschaulichung der Auslegung eines nach der Erfindung ausgebildeten Steuersystems,

Fig. 2 ein Schaltbild eines erfindungsgemäßen Hydrauliksystems für Aufhängungseinheiten,

Fig. 3 ein Blockschaltbild des Steuersystems nach der Erfindung,

Fig. 4A, 4B und 4C jeweils eine graphische Darstellung zum Aufzeigen von Beispielen der Hysteresebreite einer Hysterese-schaltung im Steuersystem nach Fig. 3,

Fig. 5 Zeitverläufe zum Aufzeigen der Beziehung zwischen Signalverläufen des Erfassungssignals des Längs-G-Sensors und eines Signals nach der Hysterese-verarbeitung des Erfassungssignals und der Fahrzeuggeschwindigkeit, und

Fig. 6 einen Zeitverlauf zum Aufzeigen eines Beispiels der Beziehung zwischen einem Erfassungssignal des Längs-G-Sensors und einem Signal nach der Hysterese-verarbeitung dieses Erfassungssignals während der Feinverzögerung des Fahrzeugs.

Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels

Fig. 1 und 2 zeigen ein aktives Aufhängungssystem, auf das die Erfindung angewandt werden kann. Fig. 2 zeigt Aufhängungen 1a und 1b für das linke bzw. rechte Vorderrad eines Motorfahrzeugs sowie Aufhängungen 1c und 1d für das linke bzw. rechte Hinterrad. Jede der Aufhängungen 1a, 1b, 1c und 1d enthält ein Pneumatikfederteil D und einen Hydraulikzylinder E. Das Federteil D hat eine Ölkammer A und eine Luftkammer B, die voneinander durch eine Membran C getrennt sind. Die Ölkammer A des Federteils D und eine Ölkammer F des Hydraulikzylinders E stehen über eine Öffnung (Drosselöffnung) G miteinander in Verbindung. Wie es aus Fig. 1 hervorgeht, ist ein Ende des Hydraulikzylinders E (beispielsweise der Zylinderboden) mit einem Aufhängungsarm 14 des Fahrzeugrades W verbunden, und das andere Ende bzw. Gegenstück (eine Kolbenstange) des Hydraulikzylinders E ist mit einem Teil 15 des Fahrzeugchassis verbunden. Entsprechend der Belastung auf den Zylinder E strömt über die Mündung oder Öffnung G Hydrauliköl (Hydraulikfluid) in die Ölkammer F oder aus der Ölkammer F heraus, und zwar unter Ausbildung einer geeigneten Dämpfungskraft und unter gleichzeitiger Erzeugung einer Federwirkung durch die volumetrische Elastizität der in der Luftkammer B abgeschlossenen Luft. Das bis jetzt beschriebene System bildet ein herkömmliches hydropneumatisches Aufhängungssystem.

Es sind Steuerventile 2a, 2b, 2c und 2d vorgesehen, die zur Zufuhr und Abfuhr von Öl (Hydraulikfluid) zu und

von den Ölkammern F der entsprechenden Hydraulikzylinder E dienen. Diese Steuerventile 2a, 2b, 2c und 2d werden unabhängig voneinander mit Hilfe von Ventilstellsignalen betrieben, die von einer noch zu beschreibenden Steuereinrichtung 3 stammen. Bei der Ausführungsform nach Fig. 1 sind die Steuerventile 2a, 2b, 2c und 2d getrennt in zwei Gruppen für die vorderen und hinteren Aufhängungen installiert.

Eine vom Motor 6 angetriebene Ölpumpe 5 dient dazu, Öl von einem Ölreservoir 4 in das System zu pumpen. Das dargestellte System enthält auch eine für die Servolenkung gedachte Ölpumpe 5', die zusammen mit der Ölpumpe 5 in Tandemtechnik vom Motor 6 angetrieben wird.

Das von der Ölpumpe 5 ausgestoßene Öl gelangt durch ein Rückschlagventil 7 und wird in einem Hochdruck-Hydraulikspeicher 8 gespeichert. Wie es aus Fig. 1 hervorgeht, ist der Hydraulikspeicher 8 in zwei Speicher aufgeteilt, nämlich jeweils einen Speicher für die vorderen und hinteren Aufhängungen. Sind irgendwelche Ventile der Steuerventile 2a, 2b, 2c und 2d auf die Einlaß- oder Eintrittsseite geschaltet, wird über die auf die Eintrittsseite geschalteten Steuerventile Hochdrucköl der Ölkammer F der betreffenden Aufhängungen 1a, 1b, 1c und 1d zugeführt. Sind irgendwelche Ventile der Steuerventile 2a, 2b, 2c und 2d auf die Auslaß- oder Austrittsseite geschaltet, wird Öl von den Ölkammern F der betreffenden Aufhängungen 1a, 1b, 1c und 1d abgeführt, und das abgeführte Öl strömt über einen Ölkühler 9 in das Ölreservoir 4.

Fig. 2 zeigt ferner ein Entlastungsventil 10 und ein Ventil 11, das in einen in der Figur dargestellten Nichtbelastungszustand geschaltet wird, wenn von der Steuereinrichtung 3, die auf Signale von einem Drucksensor 81 anspricht, Signale erzeugt werden, die anzeigen, daß der Hochdruck-Hydraulikspeicher 8 einen vorbestimmten Druck erreicht hat. Ist das Ventil 11 auf die Nichtbelastungsseite geschaltet, strömt das von der Ölpumpe 5 ausgestoßene Öl zum Ölkühler 9 und von dort zum Ölreservoir 4.

Die Aufhängungen 1a, 1b, 1c und 1d sind mit Aufhängungshubsensoren 13 ausgerüstet, wie es in Fig. 1 und 2 gezeigt ist. Der Sensor 13 jeder Aufhängung erfaßt eine vertikale Relativverschiebung zwischen dem Rad und der Fahrzeugkarosserie und gibt die Daten oder Information über die Relativverschiebung jeder der Aufhängungen 1a, 1b, 1c und 1d in die Steuereinrichtung 3 ein.

Zum Erfassen des Fahrzeugverhaltens sind einige Beschleunigungs- oder G-Sensoren vorgesehen, und zwar ein Vertikal-G-Sensor 12 zum Erfassen der Fahrzeugvertikalbeschleunigung (vertikales G), ein Lateral-G-Sensor 15 zum Erfassen der Seiten- oder Querbewegung des Fahrzeugs (laterales G) und ein Longitudinal-G-Sensor 14 zum Erfassen der Fahrzeuglängsbeschleunigung (longitudinales G). Die Stellen, bei denen die G-Sensoren 12, 14 und 15 angeordnet sind, gehen aus Fig. 1 hervor. Weiterhin ist ein Fahrzeuggeschwindigkeitssensor S vorgesehen, der zum Erfassen der Geschwindigkeit des Fahrzeugs dient. Die Meßsignale der Sensoren 12, 13, 14, 15 und S werden in die Steuereinrichtung 3 eingegeben. Ansprechend auf die ihr zugeführten Eingangssignale oder ihre Eingabe bestimmt die Steuereinrichtung 3 die Steuergröße für den Eintritt und den Austritt von Öl bezüglich jeder Aufhängung, und sie schickt Ventilstellsignale an die jeweiligen Steuerventile 2a, 2b, 2c und 2d, wie es noch unter Bezugnahme auf Fig. 3 bis 6 erläutert wird.

In Fig. 3 ist derjenige Teil der Darstellung, der mit

einer strichpunktierten Linie umrahmt ist, ein Steuerblockschaltbild für eine der vier Aufhängungen 1a, 1b, 1c und 1d, beispielsweise für die Aufhängung 1a des linken Vorderrades. Obgleich es in Fig. 3 nicht gezeigt ist, sind insgesamt vier Sätze der gleichen Steuerlogik vorhanden, die dazu dienen, eine unabhängige Steuerung für die jeweilige Aufhängung 1a, 1b, 1c und 1d vorzusehen.

In jeder Aufhängungseinheit werden die Vertikalbeschleunigung und die vertikale Relativverschiebung (Hub) von den Sensoren 12 bzw. 13 erfaßt. Das Vertikalbeschleunigungssignal vom Vertikal-G-Sensor 12 gelangt durch ein Tiefpaßfilter TPF, um die Hochfrequenzkomponente dieses Signals zu vermindern. Das Signal wird dann durch eine Totzonenschaltung I₁ geleitet, um ein Signal mit einem Verstellbereich in der Nachbarschaft von Null zu entfernen. Das resultierende Signal wird in einer Verstärkungsschaltung G₁ einer Multiplikation unterzogen. Auf diese Weise wird eine Steuerführungsgröße Q₁, die den Eigenschaften des entsprechenden Steuerventils 2a, 2b, 2c oder 2d angepaßt ist, erhalten.

Die vertikale relative Verschiebung oder das Hubsignal des Hub-Sensors 13 wird einer Differenzierschaltung Dc und einer Totzonenschaltung I₃ zugeführt. Das durch die Differenzierschaltung Dc gelangte Signal ist in ein die vertikale Relativverschiebung betreffendes Geschwindigkeitssignal oder in ein Hubgeschwindigkeitssignal umgeformt worden. Dieses Geschwindigkeitssignal gelangt durch eine Totzonenschaltung I₂, die daraus Signale entfernt, die innerhalb einer Verstellzone im Bereich von Null liegen. Das resultierende Signal gelangt durch eine Verstärkungsschaltung G₂, um eine Steuerführungsgröße Q₂ zu gewinnen, die den entsprechenden Steuerventileigenschaften angepaßt ist.

Durch Setzen eines Fahrzeughöheneinstellschalters 16 wird mittels einer Referenzfahrzeughöhenerzeugungsschaltung H ein Referenzfahrzeughöhensignal erzeugt. Das Referenzfahrzeughöhensignal wird von dem vertikalen Relativverschiebungssignal subtrahiert, und man erhält das tatsächliche Relativverschiebungssignal. Das tatsächliche Relativverschiebungssignal gelangt dann durch eine Totzonenschaltung I₃, in der ein Signalanteil innerhalb einer Verstellzone im Bereich von Null entfernt wird. Das resultierende Signal wird durch eine Verstärkungsschaltung G₃ geschickt, und man erhält dann eine Steuerführungsgröße Q₃, die der entsprechenden Steuerventilcharakteristik angepaßt ist. Die Steuerführungsgröße (Q₁, Q₂ und Q₃), die den Eigenschaften des entsprechenden Steuerventils angepaßt ist, stellt sich wie folgt dar. Handelt es sich beispielsweise bei dem Steuerventil um ein Strömungsgeschwindigkeits- oder Durchfluß-Steuerventil, dann ist die Steuerführungsgröße die Länge oder Dauer der Öffnungszeit des Ventils, die notwendig ist, um eine erforderliche Menge an Hydrauliköl eintreten oder austreten zu lassen. Die Länge der Ventilöffnungszeit wird festgelegt unter Berücksichtigung der Öffnungs-Schließ-Eigenschaften des Ventils.

Die drei Steuerführungsgrößen Q₁, Q₂ und Q₃ werden in der gezeigten Weise addiert. Die resultierende Summe der Größen wird durch eine Steuergrößenkorrekturschaltung R geschickt und dabei in eine korrigierte Führungsgröße Q umgeformt, die unter Berücksichtigung von Umgebungsbedingungen, beispielsweise die Temperatur und der Druckverlust infolge der Rohrleitungslänge, berichtigt ist. Die korrigierte Größe Q gelangt zu einer Ventilstellsignal-Erzeugungsschaltung W,

die ein Steuerventil-Öffnungs/Schließungs-Signal erzeugt. Somit wird das Steuerventil 2a auf die Öleintrittsseite oder auf die Ölaustrittsseite geschaltet. Im Ergebnis wird daher der Eintritt oder der Austritt von Öl entsprechend der Führungsgröße in die Aufhängung 1a oder aus der Aufhängung 1a bewerkstelligt.

Wird bei dem oben beschriebenen Steuervorgang eine Vertikalbeschleunigung erfaßt, dann kommt es beispielsweise als Antwort auf eine Aufwärtsbeschleunigung zu einer Abgabe von Öl aus der Aufhängung 1a. Bei einer Abwärtsbeschleunigung wird Öl in die Aufhängung 1a eingegeben. Durch einen derartigen Steuervorgang werden in bezug auf Kräfte, die von unten her auftreten, wie Stöße oder Schübe von der Straßenoberfläche, weiche und hochdämpfende Aufhängungseigenschaften erzielt. In bezug auf Kräfte, die von oben her auftreten (d.h. von der Fahrzeugkarosserie her), werden anscheinend harte Aufhängungseigenschaften erzielt, um die Fahrzeughöhe auf der Referenzfahrzeughöhe zu halten, und zwar mittels der Steuerung aufgrund der Vertikalhubgeschwindigkeit und des Vertikalhubs durch Steuerung des Eintritts und Austritts von Öl.

Dadurch daß das Vertikalbeschleunigungssignal durch das Tiefpaßfilter TPF geführt wird, spricht das Steuersystem nicht auf Vibrationen im hohen Frequenzbereich wie in Resonanz der Masse unterhalb der Aufhängungen an, sondern spricht auf Vibrationen im niedrigen Frequenzbereich wie in Resonanz der Masse oberhalb der Aufhängungen an. Das Steuersystem kann daher ein Prellen vermeiden, um das Fahrverhalten zu verbessern, wodurch eine Energieverschwendung für die Steuerung vermieden wird.

Der Fahrzeughöheneinstellschalter 16 ist ein Umschalter zum Umschalten, beispielsweise, von einer normalen Fahrzeughöhe zu einer hohen Fahrzeughöhe. Wenn die normale Fahrzeughöhe ausgewählt ist, erzeugt die Referenzfahrzeughöhensignalerzeugungsschaltung H ein niedriges Referenzfahrzeughöhensignal. Wenn der Fahrzeughöheneinstellschalter 16 auf die Seite der hohen Fahrzeughöhe umgeschaltet wird, erzeugt die Referenzfahrzeughöhensignalerzeugungsschaltung H ein hohes Referenzfahrzeughöhensignal.

Die auf das Vertikalhubsignal des Sensors 13 ansprechende Steuerung funktioniert in einer solchen Weise, daß sie die Fahrzeughöhe auf der Referenzfahrzeughöhe zu halten sucht. Wenn daher die Referenzfahrzeughöhe von der normalen Referenzfahrzeughöhe auf die hohe Referenzfahrzeughöhe umgeschaltet wird, wird die Steuerführungsgröße Q_3 zum Eintritt oder zum Einlassen von Öl erzeugt. Öl gelangt daher beispielsweise in die Aufhängung 1a, um auf diese Weise die Fahrzeughöhe auf eine Höhe anzuheben, die gleich der hohen Referenzfahrzeughöhe ist. Wird der Fahrzeughöheneinstellschalter 16 zurück auf die Seite der normalen Fahrzeughöhe geschaltet, wird die Steuerführungsgröße Q_3 zum Austritt oder zum Abgeben von Öl erzeugt. Innerhalb der Aufhängung 1a befindliches Öl wird daher abgelassen. Als Folge davon wird die Fahrzeughöhe auf die normale Referenzfahrzeughöhe vermindert. Der Eintritt und der Austritt von Öl werden für alle Aufhängungen durch den Schaltvorgang des Fahrzeughöheneinstellschalters 16 gleichzeitig ausgeführt.

Zusätzlich zur Steuerung im normalen Fahrzustand ist eine Steuerung auch erforderlich, wenn plötzlich eine große Beschleunigung in der Längsrichtung oder in der Querrichtung des Fahrzeugs auftritt, beispielsweise beim plötzlichen Bremsen, abrupten Beschleunigen oder plötzlichen Wenden. In einem solchen Fall ist eine

prompte und zwangsläufige Steuerung der Fahrzeughöhe ohne Verzögerung erforderlich. Zu diesem Zweck ist eine Steuerlogik vorgesehen, die auf den Erfassungssignalen des Longitudinal-G-Sensors 14 und des Lateral-G-Sensors 15 basiert.

Wie es mit weiteren Einzelheiten aus Fig. 3 hervorgeht, wird das von dem Longitudinal-G-Sensor 14 erfaßte Longitudinalbeschleunigungssignal durch eine Hystereseschaltung 17 geleitet und dann durch eine Totzonenschaltung 18 geschickt. Mittels der Hystereseschaltung 17 und der Totzonenschaltung 18 wird das Longitudinalbeschleunigungssignal in einer solchen Weise umgeformt, daß eine Steuerung gewonnen wird, die nicht auf Longitudinal-G-Schwankungen normalen Ausmaßes während des normalen Fahrens anspricht, sondern auf starkes Nicken der Fahrzeugkarosserie zur Zeit der Vollbeschleunigung oder zur Zeit des Bremsens in einem größeren als dem mittleren Ausmaß anspricht. Das auf diese Weise umgeformte Signal gelangt dann in eine Schaltung 19 zum Berechnen einer Längs- oder Longitudinalastverschiebegröße.

Die Rechenschaltung 19 ist tätig, um die Lastverschiebegröße in der Längsrichtung zu berechnen, und zwar ansprechend auf das ihr zugeführte Eingangssignal, vorher abgespeicherte Fahrzeugdaten (Fahrzeugspezifikation) und Information bezüglich der gegenwärtigen Höhe des Fahrzeugschwerpunktes oberhalb des Bodens festgelegt durch den Fahrzeughöheneinstellschalter 16.

Das Berechnungsergebnis wird weitergeleitet zu einer Schaltung 20 zum Berechnen einer Veränderung der Aufhängungsreaktionskraft. Die Rechenschaltung 20 ist tätig, um eine Veränderung der Aufhängungsreaktionskraft zu berechnen, die aus der Lastverschiebegröße bei jeder Position der Aufhängung hervorgehen kann, unter Berücksichtigung der auf die Reifen einwirkenden Antriebskraft und Bremskraft, ansprechend auf die der Schaltung so zugeführte Information und andere Information wie die Art der Aufhängungen und die Antriebsart (Vorderradantrieb, Hinterradantrieb, Vierradantrieb usw.).

Die Berücksichtigung der/auf die Reifen einwirkenden Antriebskraft und Bremskraft in Abhängigkeit von der Art der Aufhängungen und der Antriebsart hat die nachstehende Bedeutung. Im Falle einer Aufhängung beispielsweise nach Längslenkerart wird, wenn eine Bremskraft auf das Rad einwirkt, die Reaktionskraft durch ein Lager des Längslenkers aufgenommen und gehalten. Aus diesem Grunde wird im allgemeinen auf den Längslenker ein Drehmoment in einer Richtung ausgeübt, die die Aufhängung zusammenzudrücken sucht (geometrische Antilift- oder Antihub-Eigenschaft zur Zeit des Bremsens). In bezug auf die Longitudinalastverschiebungsgröße, die infolge der Trägheitskraft auftritt, nimmt die Reaktionskraft auf das Vorderrad zu und auf das Hinterrad ab. Bezüglich einer Aufhängungsreaktionskraft zur Zeit der Beschleunigung tritt ein Drehmoment in einer Richtung auf, die die Aufhängungsfeder zu strecken sucht, aufgrund der Antriebsreaktionskraft im Falle eines Triebrads. Im Falle eines angetriebenen Rads tritt ein solches Moment nicht auf.

Wie oben aufgezeigt, ist die Veränderung der Aufhängungsreaktionskraft in Abhängigkeit von Umständen wie der Position des Längslenkers und der Position von dessen Kipp- oder Schwenkachse unterschiedlich. Im Falle einer Aufhängung nach Querlenkerart ist die Änderung der Aufhängungsreaktionskraft in Abhängigkeit von den Neigungen der Kipp- oder Schwenkachsen der oberen und unteren Lenker unterschiedlich. Im Fal-

le einer Aufhängung nach MacPherson Art ist die Änderung abhängig von Umständen wie der Neigung der Aufhängungsverstrebung und der Position der Drehachse des unteren Arms oder Lenkers unterschiedlich.

Die Veränderung der Reaktionskraft wird daher auf der Grundlage der Bauart der Aufhängung und der Art des Antriebs genau berechnet.

In ähnlicher Weise wie im Falle des Longitudinal-G-Sensors 14 wird die vom Lateral-G-Sensor 15 erfaßte Quer- oder Lateralbeschleunigung durch eine Hystereseschaltung 21 und eine Totzonenschaltung 22 geschickt. Die Steuerung spricht daher nicht an auf kleine laterale G-Schwankungen, die während des normalen Fahrens auftreten. Somit wird lediglich ein Signal oberhalb eines vorbestimmten Wertes in eine Schaltung 23 zum Berechnen des Rollmoments eingegeben. Aus dem Eingangssignal berechnet die Rechenschaltung 23 das Rollmoment auf der Grundlage der vorher gespeicherten Fahrzeugdaten (Fahrzeugspezifikation) sowie auf der Grundlage von Information betreffend die Höhe des Fahrzeugkarosserieschwerpunkts, die durch den Fahrzeughöheneinstellschalter 16 festgelegt ist. Das Berechnungsergebnis wird an eine Schaltung 24 zum Berechnen einer Laterallastverschiebegröße weitergeleitet.

Getrennt davon wird ein vom Fahrzeuggeschwindigkeitssensor S erzeugtes Fahrzeuggeschwindigkeitssignal an eine Schaltung 25 zum Einstellen eines Rollmoment-Vorder/Hinter-Verteilungsverhältnisses übermittelt. Aus der auf diese Weise empfangenen Fahrzeuggeschwindigkeitsinformation bestimmt die Schaltung 25 das Rollmoment-Vorder/Hinter-Verteilungsverhältnis auf der Grundlage einer Charakteristik eines zuvor eingestellten Fahrzeuggeschwindigkeit-Rollmoment-Vorder/Hinter-Verteilungsverhältnisses. Das bestimmte Rollmoment-Vorder/Hinter-Verteilungsverhältnis wird zur Rechenschaltung 24 übertragen.

Die Rechenschaltung 24 ist in einer solchen Weise tätig, daß sie das von der Rollmomentberechnungsschaltung 23 eingegebene und erzeugte Rollmoment auf die Vorder- und Hinterräder verteilt und die Laterallastverschiebegröße zwischen dem linken und rechten Vorderrad und dem linken und rechten Hinterrad berechnet, und zwar auf der Grundlage des Rollmoment-Vorder/Hinter-Verteilungsverhältnisses wie festgelegt durch die Verteilungsverhältniseinstellschaltung 25.

Der resultierende Ausgang der Rechenschaltung 24 wird einer Schaltung 26 zum Berechnen der Änderung der Aufhängungsreaktionskraft zugeführt. In der Rechenschaltung 26 wird die gesamte Quer- oder Lateralkraft, die entsprechend des erzeugten lateralen G auf die Räder einwirkt, auf die Vorder- und Hinterräder verteilt, und zwar aufgrund der Giermomentgleichgewichtsgleichung mit der Position des Fahrzeugschwerpunkts und des Abstands zwischen der Vorder- und Hinterachse. Dann wird unter Berücksichtigung der von der Rechenschaltung 24 beschriebenen Laterallastverschiebegröße zwischen den Vorder- und Hinterrädern, der Lateralkräfte auf die Vorder- und Hinterräder, der Fahrzeughöhe und der Art der Aufhängungen getrennt für jede der Vorder- und Hinteraufhängungen die Änderung der Aufhängungsreaktionskraft berechnet.

Die Änderung der Aufhängungsreaktionskräfte, wie von den Rechenschaltungen 20 und 26 berechnet, werden dann in einer Schaltung 27 zum Berechnen der Steuergröße addiert. Die Gesamtänderung der Aufhängungsreaktionskraft wird für jede Aufhängung bestimmt. Weiterhin ist die Steuergröße zum Eintritt und Austritt von Öl der Gesamtänderung der Aufhängungs-

reaktionskraft zum Aufrechterhalten des internen Drucks jeder Aufhängung angepaßt. Die resultierende Steuergröße wird in einer Schaltung 28 zum Umformen der Steuergröße in eine Steuerführungsgröße umgeformt, die den Ventildaten (Ventilspezifikation) oder der Ventilcharakteristik angepaßt ist. Die umgeformte Steuerführungsgröße wird den Steuerführungsgrößen Q_1 , Q_2 und Q_3 hinzuaddiert. Die resultierende Größe wird an die Schaltung R zum Berichtigen der Steuergröße gelegt.

Wie oben erläutert, ist ein Steuersystem zum Steuern der Zufuhr und Abfuhr von Öl bzw. Hydraulikfluid unabhängig für jede Aufhängung vorgesehen als Antwort auf eine Vertikalbeschleunigung der Masse oberhalb der Aufhängung und als Antwort auf die vertikale Relativverschiebung zwischen den Massen oberhalb und unterhalb der Aufhängungen vorgesehen, und zwar mit dem Ziel, das Fahrverhalten zu verbessern. Ferner steuert das obige Steuersystem die Fahrzeughöhe in Abhängigkeit von dem longitudinalen G und dem lateralen G des Fahrzeugs. Mittels der beschriebenen Anordnung wird die Fahrzeugkarosseriehöhe unter Fahrbedingungen wie Beschleunigen und Wenden ohne Ansprechverzögerung durch die Steuerlogik gesteuert aufgrund des longitudinalen G und des lateralen G bezüglich übergangsmäßigen Nickens und Rollens der Fahrzeugkarosserie.

Gleichzeitig wird aufgrund dessen, daß das Steuersystem das Fahrzeugkarosserierollen auf der Grundlage des Vorder/Hinter-Verteilungsverhältnisses des Rollmomentes gemäß der Fahrzeuggeschwindigkeit steuert, der nachstehende Vorteil erzielt. Bei hoher Fahrgeschwindigkeit wird die Lenkeigenschaft in gewöhnlicher Untersteuerung beibehalten, um die Stabilität des Fahrzeugs sicherzustellen (im allgemeinen eingestellt auf eine leichte Untersteuerung, die nicht relativ stark ist). Bei niedriger Fahrzeuggeschwindigkeit wird die Untersteuerungsneigung in bezug auf die Untersteuerung bei hoher Fahrzeuggeschwindigkeit weiter abgeschwächt oder, abweichend davon, die Lenkeigenschaft wechselt zur Übersteuerung, um die Wendeeigenschaft des Fahrzeugs zu erhöhen. Durch solche Maßnahmen wird es möglich, die Steuerungs- oder Lenkeigenschaft gemäß der Fahrzeuggeschwindigkeit zu ändern.

Während der Fahrt des Fahrzeugs treten selbst auf guten Straßen kleine Oberflächenunebenheiten oder Unregelmäßigkeiten auf. Immer wenn die Räder über solche Unregelmäßigkeiten laufen, werden in der Vorder-Hinter-Richtung Vibrationskräfte erzeugt. Die Vibrationskräfte treten in dem Erfassungssignal des Longitudinal-G-Sensors 14 als Mikroviibration oder Rauschen auf.

Ein solches Rauschen wird durch die Verwendung eines Tiefpaßfilters beseitigt. Unter Bedingungen wie plötzliches Bremsen verursacht jedoch die Verwendung eines Tiefpaßfilters eine Verzögerung im Anstieg des Signals des Longitudinal-G-Sensors 14, so daß das Ansprechen der Fahrzeughöhensteuerung beeinträchtigt wird.

Nach der Erfindung ist daher eine Hystereseschaltung 17 bzw. 21 in der Erfassungssignalschaltung des Longitudinal-G-Sensors 14 bzw. des Lateral-G-Sensors 15 vorgesehen. Durch diese Ausbildung wird lediglich das Rauschen eliminiert, und die Gegenmaßnahme zur Zeit einer plötzlichen und großen Veränderung der Longitudinalbeschleunigung G, beispielsweise die Gegenmaßnahme zur Zeit einer plötzlichen Bremsung, wird ohne Verzögerung präzise ausgeführt. Es wurde

bemerkt, daß die Mikrovibration (Rauschen) um so größer war, je höher die Fahrgeschwindigkeit war. Auf der Grundlage einer solchen Beziehung wurde eine Logik zum veränderbaren Steuern der Hysteresebreite der Hystereseschaltung 17 bzw. 21 vorgesehen, und zwar in einer solchen Weise, daß die Hysteresebreite mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit anwächst, wie es in Fig. 4A bis 4C dargestellt ist.

Bei der veränderbaren Steuerung der Hysteresebreite kann man die Kennlinie so wählen, wie es in Fig. 4A dargestellt ist, wobei die Hysteresebreite linear mit der Fahrzeuggeschwindigkeit zunimmt. Die Steigung der linearen Kurve ist durch Umstände festgelegt wie der Verbrauchsdurchfluß des Aufhängungsfluids und einer Bewertung des Fahrgefühls. Die Beziehung kann auch nichtlinear sein, wie es durch die Kurven a und b in Fig. 4B angegeben ist. Für den Fall, daß eine digitale Steuereinrichtung verwendet wird, kann man auch eine diskontinuierliche oder schrittweise Beziehung anwenden, wie es aus Fig. 4C hervorgeht.

Für die Steuereinrichtung 3 kann man eine digitale Steuereinrichtung verwenden. Ein Beispiel einer Verarbeitung des Erfassungssignals des Longitudinal-G-Sensors 14 wird nachstehend an Hand von Fig. 5 erläutert.

Fig. 5 ist eine graphische Darstellung von zeitlichen Veränderungen von Erfassungssignalen des Longitudinal-G-Sensors 14, die auftreten, wenn das Fahrzeug gestartet, beschleunigt, mit konstanter Geschwindigkeit angetrieben, verzögert und zum Stillstand gebracht wird, wie es in der oberen Graphik dieser Figur angedeutet ist. Die mittlere Graphik zeigt den Zeitverlauf des vom Longitudinal-G-Sensors 14 erzeugten Erfassungssignals. Der Verlauf der Erfassungssignale nach der Hystereseverarbeitung ist in der unteren Graphik dargestellt. Wie es aus den Graphiken der Fig. 5 hervorgeht, wird die Hysteresebreite mit ansteigender Fahrzeuggeschwindigkeit vergrößert. Zu diesem Zweck wird das Ausgangssignal des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors S der Hystereseschaltung 17 zugeführt, wie es aus Fig. 3 hervorgeht. Eine Schaltung 17a ändert die Hysteresebreite in Abhängigkeit vom Fahrzeuggeschwindigkeitssignal des Sensors S. Mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit wird die Amplitude der Mikrovibration größer. Die Zunahme der Hysteresebreite mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit dient zum Abdecken der erhöhten Amplitude der Mikrovibration. Auf diese Weise wird die Mikrovibrationskomponente (Rauschen) des erfaßten Signals des Longitudinal-G-Sensors 14 durch Hystereseverarbeitung selbst bei hoher Fahrzeuggeschwindigkeit vollständig eliminiert. Das Ergebnis davon ist, daß Steuerenergieverschwendung aufgrund unnötiger Steuerung ausgeschaltet wird.

Wie es aus dem Beispiel des in Fig. 5 dargestellten Zeitverlaufes hervorgeht, ist bei einem longitudinalen G von Null (Fahren mit konstanter Fahrzeuggeschwindigkeit) im Anschluß an die Hystereseverarbeitung der Wert geringfügig gegenüber Null versetzt. Die Totzonenschaltung 18 (Fig. 3) eliminiert jedoch diese Versetzung. Die Schaltung 18 wirkt derart, daß sie Schwankungen innerhalb einer bestimmten Breite in der Nachbarschaft von Null herauschneidet. Dadurch wird die Versetzung des Wertes der Longitudinalbeschleunigung vernachlässigbar.

In diesem Zusammenhang ist es erwünscht, daß die Totzonenbreite der Totzonenschaltung 18 derart veränderbar gesteuert werden kann, daß sie groß wird, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit zunimmt. Aus diesen Grunde wird das Ausgangssignal des Fahrzeugge-

schwindigkeitssensors S einer Schaltung 18a (Fig. 3) zugeführt, die dazu dient, die Totzonenbreite der Schaltung 18 zu ändern. Durch diese Maßnahme wird die Stabilität der Fahrzeughöhe bei höherer Geschwindigkeit im stationären Zustand weiter verbessert.

Daß eine veränderbare Steuerung der Totzonenbreite wünschenswert ist, wird im folgenden an Hand von Fig. 6 erläutert. Fig. 6 bezieht sich auf einen Fall, bei dem die Fahrzeuggeschwindigkeit geringfügig herabgesetzt wird, ohne Auftreten einer Verzögerung in einem stationären Fahrzustand des Fahrzeugs. Fig. 6 zeigt den Zeitverlauf (dünne Kurve) des Erfassungssignals des Longitudinal-G-Sensors 14. Die Figur zeigt auch den Zeitverlauf (dicke Kurve) nach der Hystereseverarbeitung.

Wie man der Figur entnehmen kann, ändert sich im Anschluß an die Hystereseverarbeitung das Ausgangssignal jedesmal, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit eine Schwellenwertgeschwindigkeit erreicht, bei der die Hysteresebreite geändert wird, von $-3\Delta\ddot{x}$ nach $-2\Delta\ddot{x}$ und dann nach $-\Delta\ddot{x}$. Die obige schrittweise Veränderung tritt deswegen auf, weil das Signal digital verarbeitet wird. Die tatsächliche Veränderung nach Entfernung der Mikrovibrationskomponente (Rauschkomponente) ist glatter.

In diesem Fall muß das Steuersystem daran gehindert werden, auf eine Signalveränderung zu reagieren, die nach der Änderung der Hysteresebreite auftritt. Aus diesem Grund ist es erforderlich, eine Totzone vorzusehen und die Breite der Totzone auf einen Wert zu setzen, der größer als die Breite der Hystereseseite ist.

Das Steuersystem muß ebenfalls daran gehindert werden, auf eine Mikrovibration (Rauschen) in der Longitudinalrichtung während konstanter Fahrgeschwindigkeit zu reagieren. Aus diesem Grund ist es notwendig, die Totzonenbreite größer als die Breite der Hystereseseite zu machen. Darüber hinaus muß die Hysteresebreite größer als die Breite der Mikrovibration (Rauschen) in der Longitudinalrichtung gemacht werden. Wie zuvor erwähnt, nimmt die Amplitude der Mikrovibration mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit zu. In Übereinstimmung damit wird die Hysteresebreite größer gesteuert, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit zunimmt, wie es beispielsweise in Fig. 4A, 4B und 4C dargestellt ist. Aus diesem Grunde wird auch die Totzonenbreite erhöht, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit so groß wird, wie es in Fig. 5 gezeigt ist, um auf diese Weise eine variable Steuerung vorzusehen. Durch diese Maßnahmen wird die Fahrzeugstabilität im stationären Fahrzustand weiter verbessert.

Das dargestellte Steuersystem enthält auch eine Schaltung 21a zum Verändern der Hysteresebreite der Schaltung 21 in Abhängigkeit vom lateralen G, das vom Lateral-G-Sensor 15 erfaßt wird. Die Hysteresebreite des Erfassungssignals des Lateral-G-Sensors 15 nimmt mit wachsendem lateralem G zu, um die Mikrovibration im Erfassungssignal genau herauszuschneiden.

Es sei bemerkt, daß die Erfindung auf die in Fig. 2 und 3 dargestellten Ausführungsformen nicht beschränkt ist. Sie ist vielmehr anwendbar auf jedes aktive Aufhängungssystem eines Fahrzeugs mit nachstehender Beschreibung. Ein solches aktives Aufhängungssystem hat Aufhängungen, die die Fahrzeugkarosserie mittels Fluiddruck tragen. Es sind Mittel vorgesehen, die wenigstens Veränderungen in den Ausdehnungs-Zusammenziehungs-Hüben der Aufhängungen erfassen. Das aktive Aufhängungssystem führt auch die Zufuhr und Abfuhr des Fluids in und aus jeder der Aufhängungen un-

abhängig voneinander aus, um die Fahrzeughöhe im Normalzustand gemäß den Änderungen in den Ausdehnungs-Zusammenziehungs-Hüben der Aufhängungen aufrecht zu erhalten. Das System enthält ferner einen Longitudinalbeschleunigungssensor zum Erfassen der Längsbeschleunigung des Fahrzeugs. Aus dem Erfassungssignal des Longitudinalbeschleunigungssensors wird die Veränderung im Nicken des Fahrzeugs geschätzt. Die Zufuhr und Abfuhr von Fluid wird so gesteuert, daß die Fahrzeughöhe in ihrem Normalzustand gehalten wird.

Patentansprüche

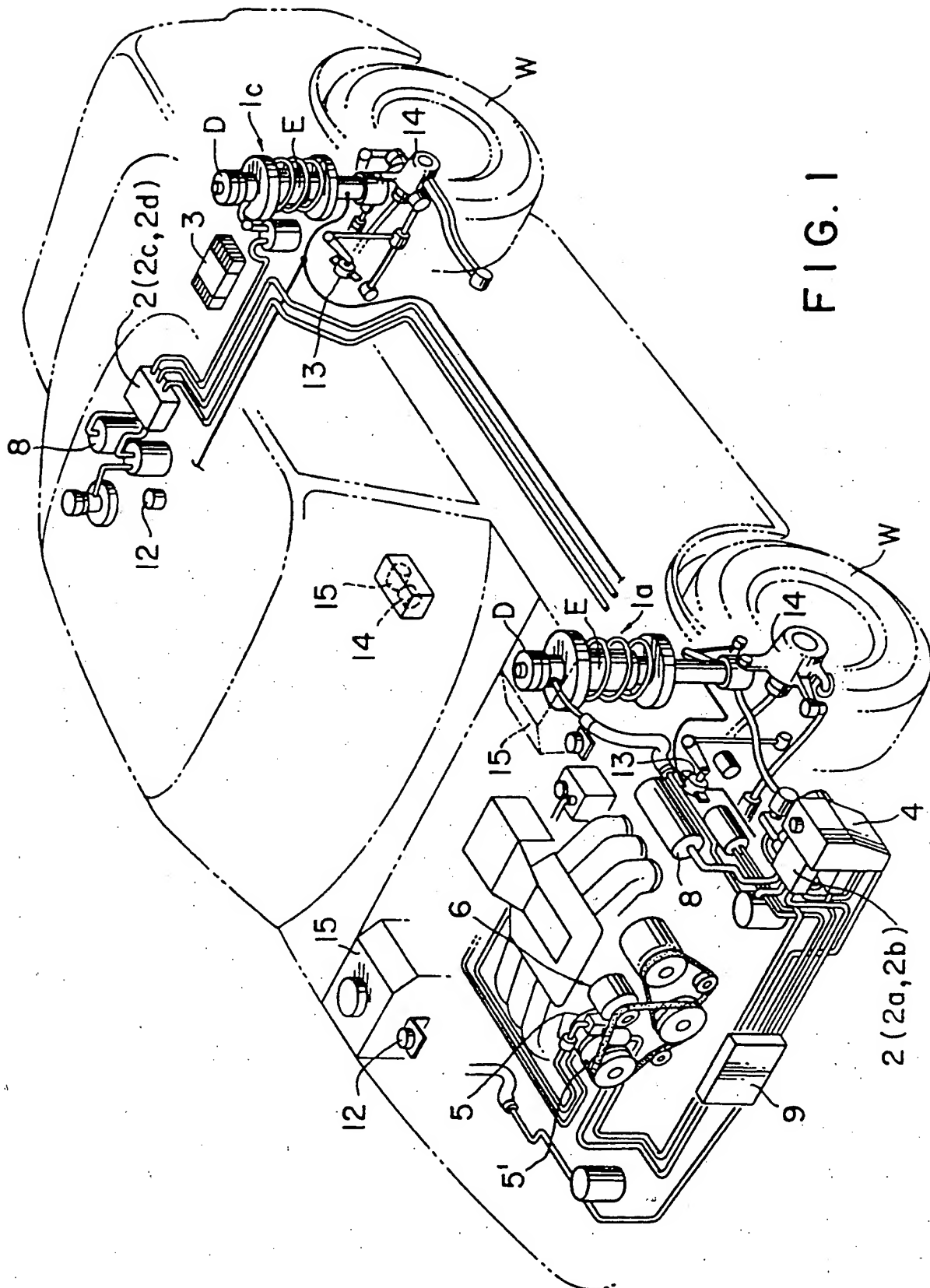
1. System zur Lageregelung gegen Nick- und/oder Wankbewegungen eines Fahrzeugs, enthaltend: für die jeweiligen Räder des Fahrzeugs vorgesehene Fluidaufhängungen (1a; 1b; 1c; 1d), eine Ventilvorrichtung (2a; 2b; 2c; 2d) zum Zuführen und Abführen eines Fluids in und aus den jeweiligen Fluidaufhängungen (1a; 1b; 1c; 1d) zum Ausdehnen und Zusammenziehen der Aufhängungen unabhängig voneinander, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor (S) zum Erfassen der Fahrzeuggeschwindigkeit (V) und zum Erzeugen eines Fahrzeuggeschwindigkeitssignals, am Aufbau des Fahrzeugs vorgesehene Beschleunigungssensoren (12; 14; 15) zum Erfassen einer auf das Fahrzeug einwirkenden Beschleunigung, aus der ein Beschleunigungssignal gebildet wird, eine Totzoneneinrichtung (1; 18, 22) zum Wegschneiden von Schwankungen des Beschleunigungssignals innerhalb einer bestimmten Breite in der Nachbarschaft von Null, eine auf das Beschleunigungssignal ansprechende Steuereinrichtung (3) zum Einstellen der Ventilvorrichtung (2a; 2b; 2c; 2d) zur Steuerung der Lage des Fahrzeugs über die Fluidaufhängungen, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:
 - zur Bildung des Beschleunigungssignals wird ein Unempfindlichkeitsbereich (Hysteresis) mit abhängig variabel definierter Breite für die erfaßten Werte der Beschleunigung gebildet,
 - die Grenzen des Unempfindlichkeitsbereiches folgen unter Beibehaltung von dessen definierter Breite gemeinsam der Amplitude der erfaßten Beschleunigung, sobald diese eine der Grenzen des Unempfindlichkeitsbereiches überschreiten würde,
 - so daß die erfaßte Beschleunigung immer im Unempfindlichkeitsbereich liegt,
 - wobei das Beschleunigungssignal zu jedem Zeitpunkt durch den halben Abstand der Grenzen des Unempfindlichkeitsbereiches, d. h. durch dessen Mittelwert, gebildet wird.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschleunigungssensoren einen Longitudinal-G-Sensor (14) zum Erfassen der Longitudinalbeschleunigung des Fahrzeugs enthalten.
3. System nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine auf das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal ansprechende Einrichtung (17a) zum Erhöhen der definierten Breite des Unempfindlichkeitsbereiches bei Zunahme der Fahrzeuggeschwindigkeit (V).
4. System nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch eine auf das Fahrzeuggeschwindigkeitssignal ansprechende Einrichtung (18a) zum Erhöhen der

Totzonbreite der Totzoneneinrichtung für das Signal der Hystereseschaltung (17) des Longitudinal-G-Sensors (14) mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit.

5. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschleunigungssensoren einen Lateral-G-Sensor (15) zum Erfassen der Lateralbeschleunigung des Fahrzeugs enthalten.

6. System nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch eine auf die erfaßte Lateralbeschleunigung ansprechende Einrichtung (21a) zum Erhöhen der definierten Breite des Unempfindlichkeitsbereiches bei Zunahme der erfaßten Lateralbeschleunigung.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen



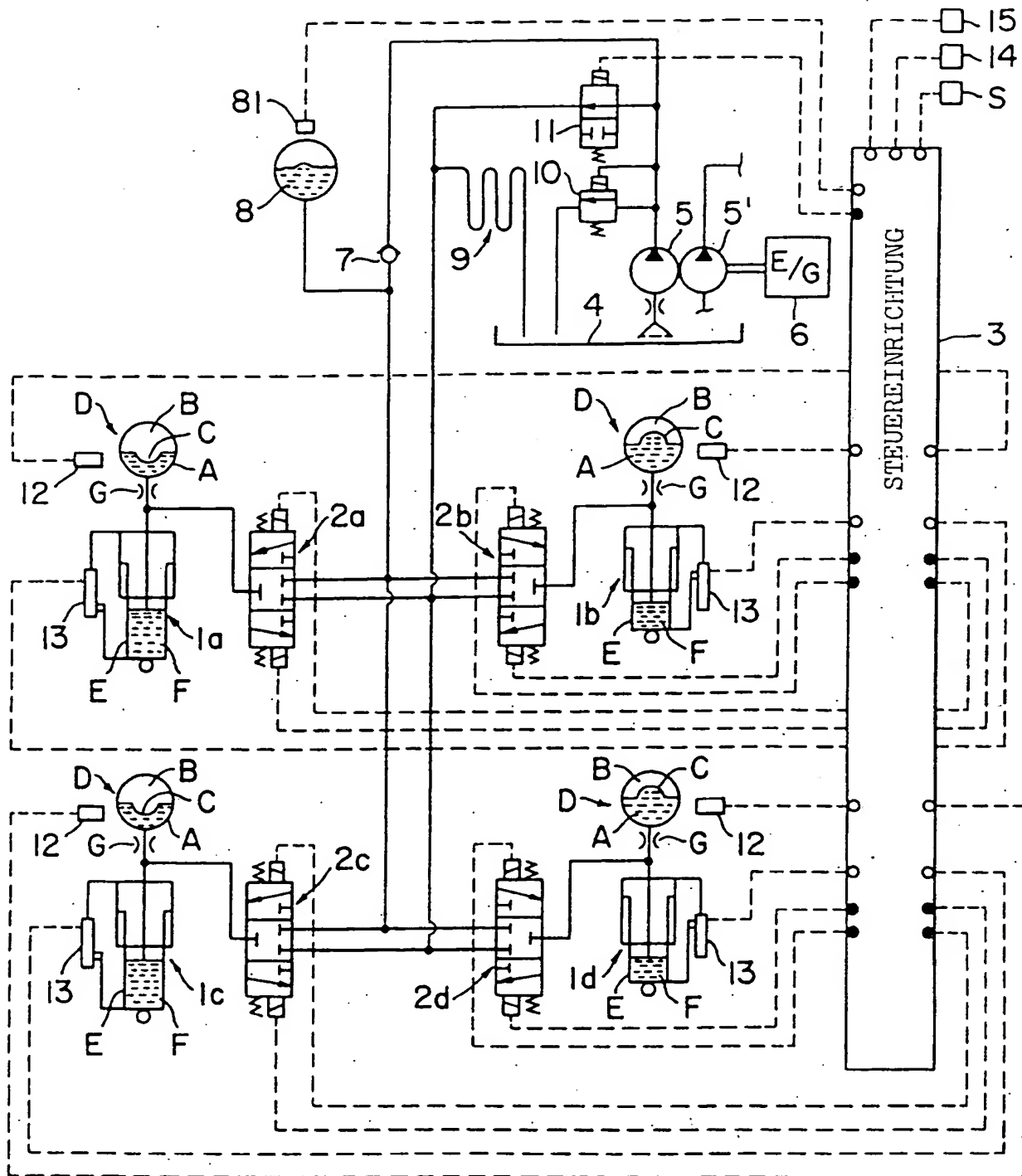


FIG. 2

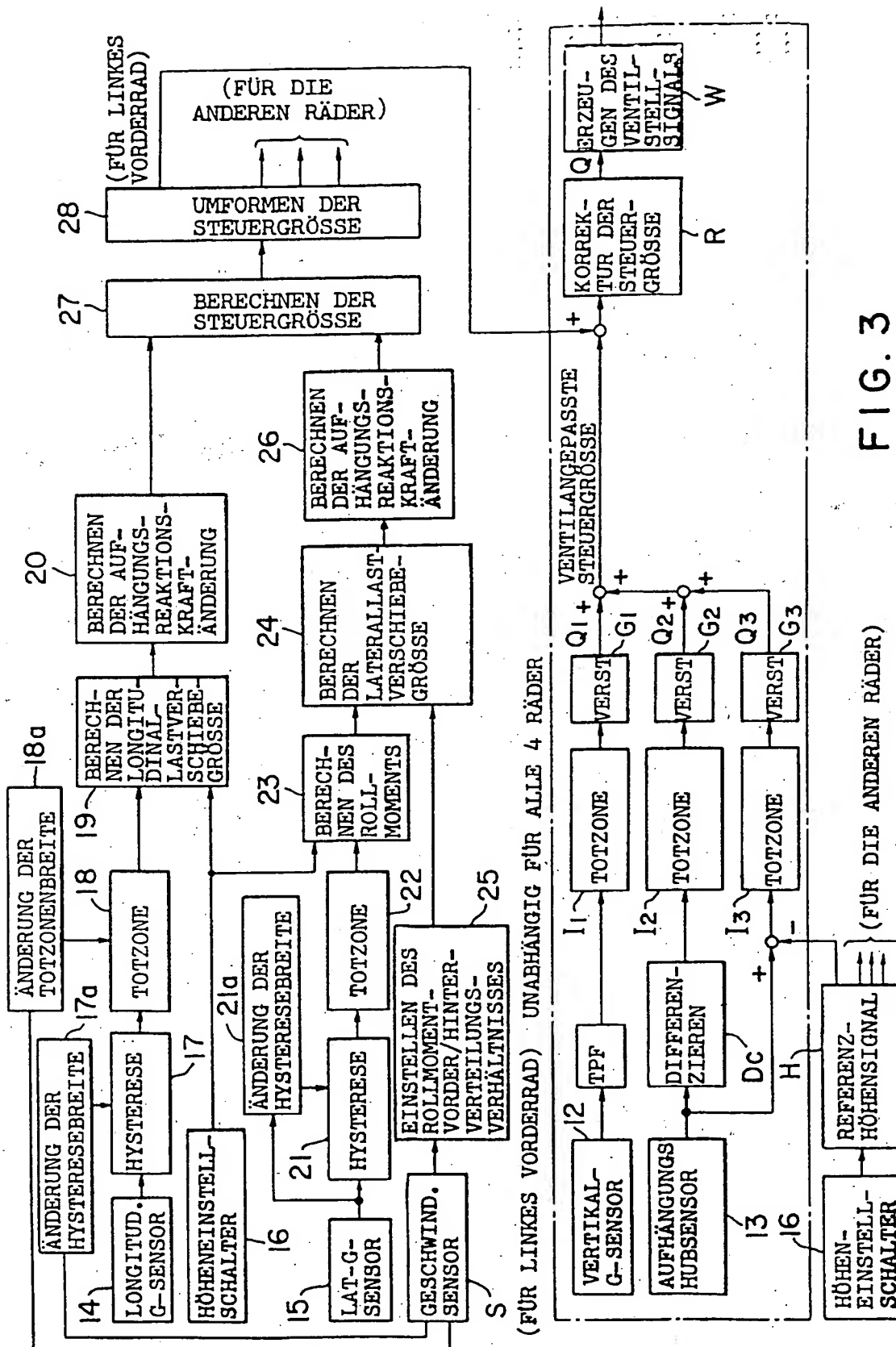


FIG. 3

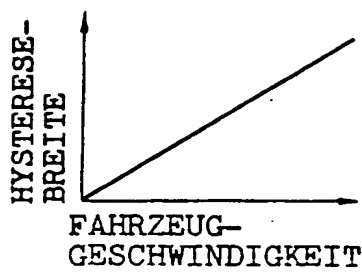


FIG. 4A

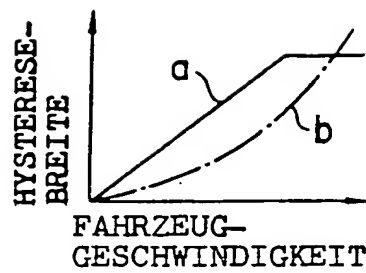


FIG. 4B

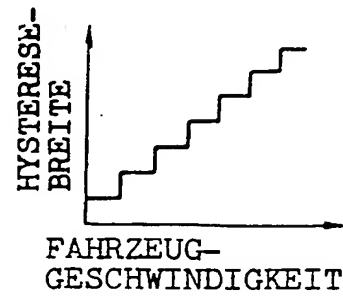


FIG. 4C

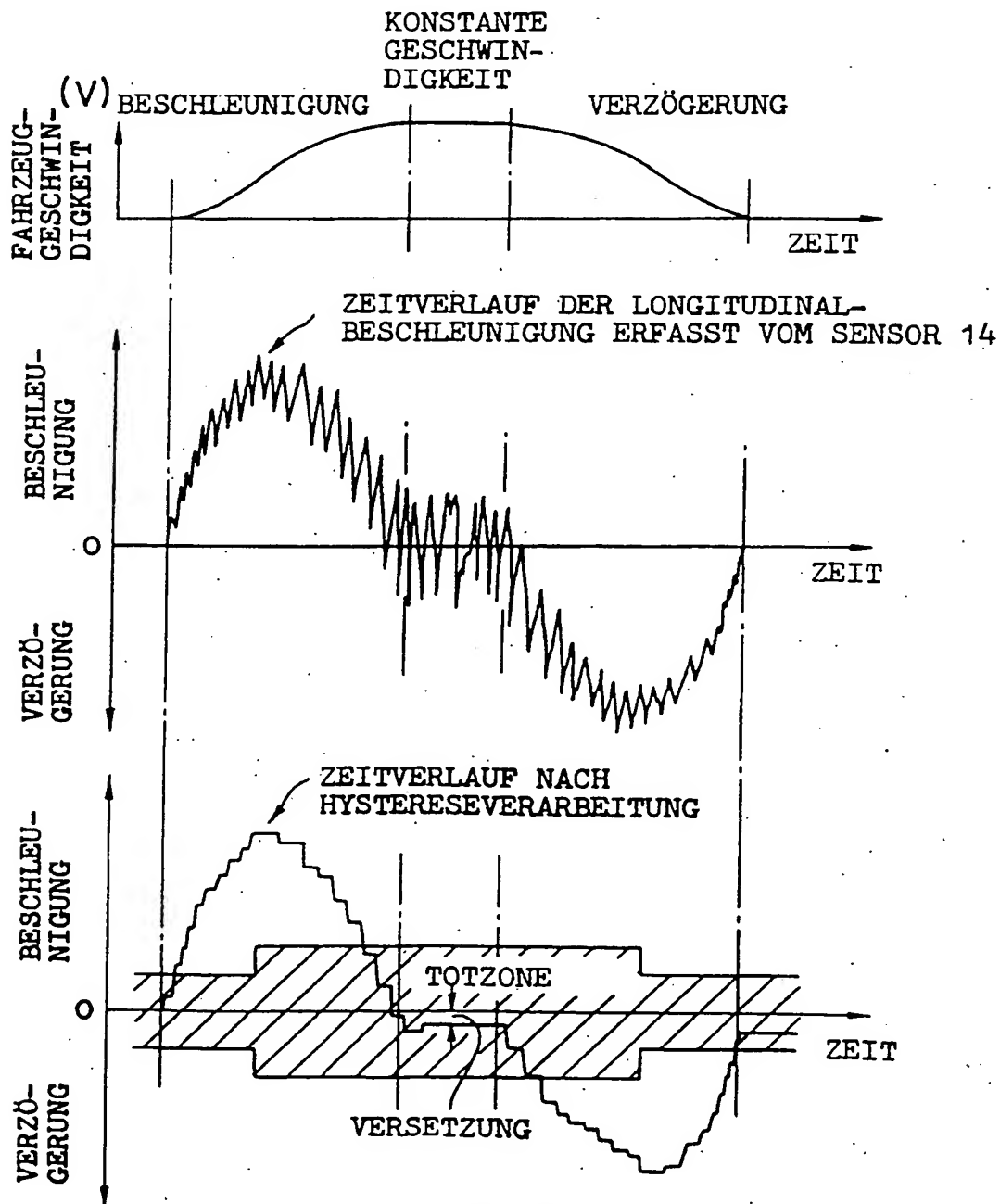


FIG. 5

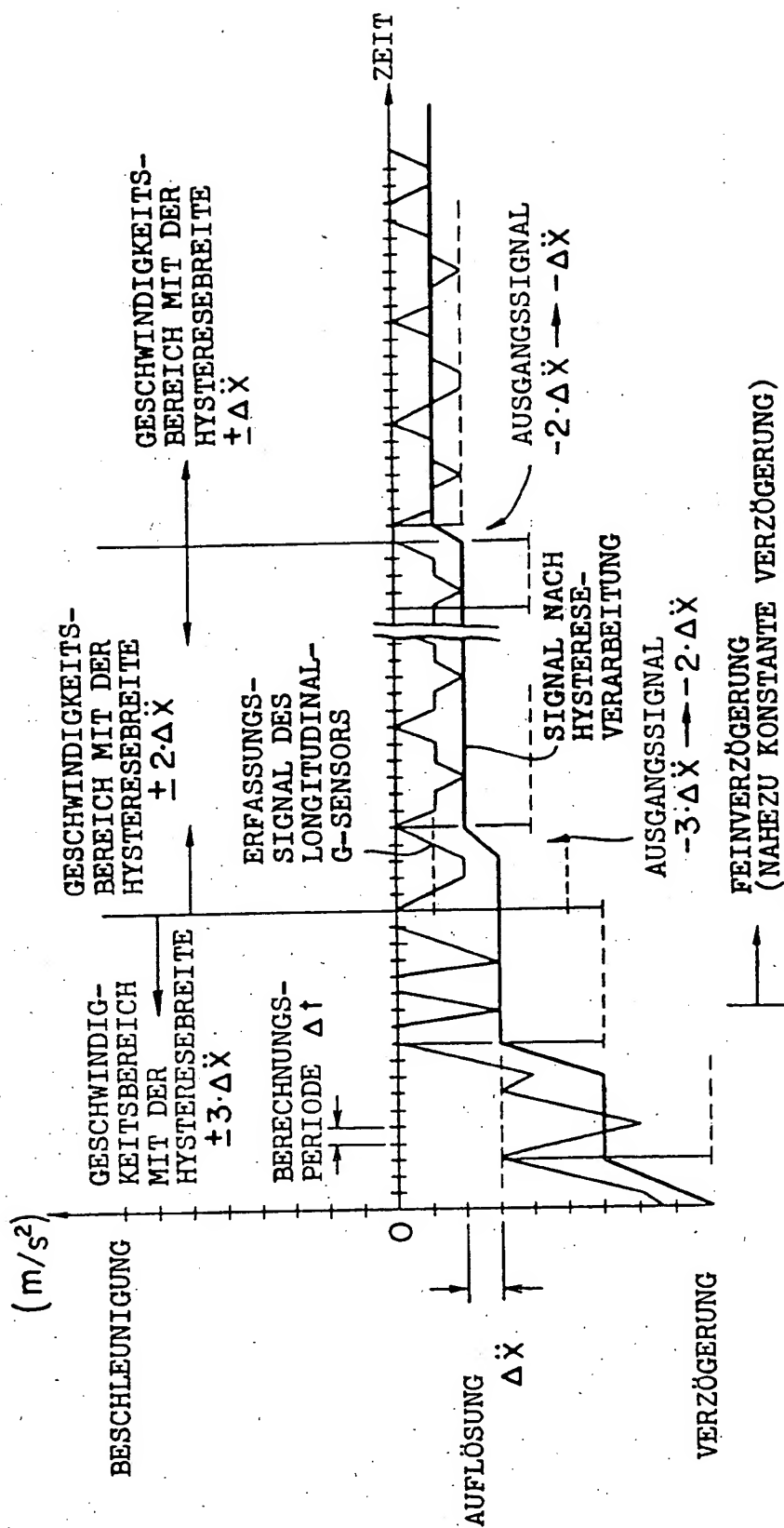


FIG. 6